# EQUIPEMENTS DES PONTS

## I Introduction.

Par « équipements », on désigne les **dispositifs** destinés à assurer :
- soit la sécurité et le confort des usagers,
- soit la durabilité du pont,
- soit d'autres fonctions particulières.

On distingue:
- Les appareils d'appui.
- Le revêtement des tabliers.
- Les trottoirs.
- Les dispositifs de retenues.
- Les joints de chaussées.
- Les systèmes d'évacuation des eaux.
- Les corniches.
- La dalle de transition.

Autres équipements divers (les perrés, l'éclairage, la signalisation, les écrans acoustiques, les dispositifs de visite).

Trop souvent considérés comme accessoires, les équipements remplissent un certain nombre de fonctions :
- ❖ La sécurité (bordures des trottoirs, dispositifs de retenues, grilles).
- ❖ La protection et la maintenance des éléments structurales (étanchéité, évacuation des eaux, perrés).
- ❖ Le bon fonctionnement de la structure (appareils d'appui et joints de chaussées).
- ❖ Le confort de la chaussée (dalle de transition, joint de chaussée).
- ❖ L'esthétique (corniche et garde-corps).
- ❖ La possibilité de visite et d'entretien du pont (échelles, portes, passerelles).

Ainsi, les équipements interviennent dans la conception d'un ouvrage (élargissement due à l'existence
des dispositifs de retenue), dans son dimensionnement (prise en compte du poids propre des éléments de la superstructure), dans sa fonction et dans sa durée de vie (fonctionnement correct et protection de la structure).

Les équipements peuvent subir une usure accidentelle (dispositif de retenue) ou normale (corrosion). C'est pourquoi, ils sont souvent l'objet d'un entretien ou même remplacement.

Par conséquent, ils doivent être conçus de manière à pouvoir les réparer ou changer facilement.

## I-2 Appareils d'Appui

Les appareils d'appui sont considérés comme équipements car ils sont maintenant constitués les plus souvent d'éléments spéciaux en élastomère fretté, bien qu'ils interviennent directement dans le fonctionnement de la structure.
Ils sont chargés à la fois de transmettre aux appuis (voir fig. . n° 1) :
Les actions provenant du tablier et de permettre les mouvements de translation et de rotation du tablier par rapport aux appuis.

Les actions provenant du tablier comprennent **les actions verticales** dues à :

- la charge permanente et
- aux charges routières, et

**les actions horizontales** dues au :

- freinage
- vent et éventuellement aux forces centrifuges.

Les déplacements du tablier proviennent des **variations** de la température, des rotations dues aux charges routières et éventuellement des déformations différées du béton. Dans certains cas, il faut tenir compte des actions sismiques.

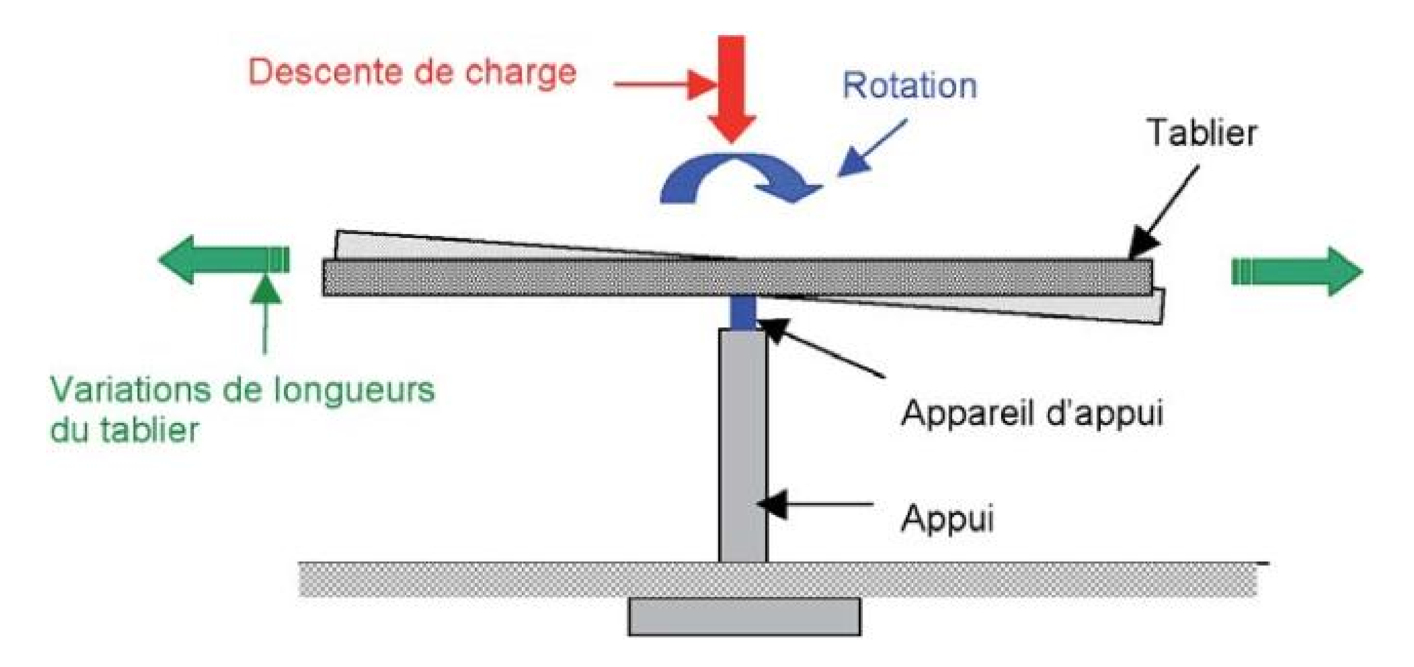



Figure 1 : Fonction d'un appareil d'appui.

Il existe une très grande variété de concepts d'appareils d'appui et il est difficile d'en donner une présentation synthétique. De fait, présenter les produits sans préciser les possibilités qu'ils apportent est réducteur ; d'un autre côté, nombre de concepts autorisent diverses possibilités de fonctionnement, ne serait-ce que par la combinaison de plusieurs produits entre eux. Ce qui explique que le classement n'est pas unique.

### 1.3 Classement selon le critère de déplacement

Si l'on considère **le critère de déplacement comme fondamental,** les types d'appareils d'appui peuvent être définis comme suit (voir la figure 2) :

- **Fixes**

- qui permettent les rotations sur appui,
- mais ne permettent pas les déplacements.

- **Mobiles unidirectionnels**

- qui permettent les rotations sur appui,

- ainsi que les déplacements mais dans une seule direction.

❖ **Mobiles multidirectionnels**

- qui permettent les rotations sur appui.
- ainsi que les déplacements dans toutes les directions.

Cette approche de classement est surtout bien adaptée au projeteur qui doit prendre en considération les possibilités de fonctionnement pour dimensionner tant sa structure que son appui et, partant, son appareil d'appui.

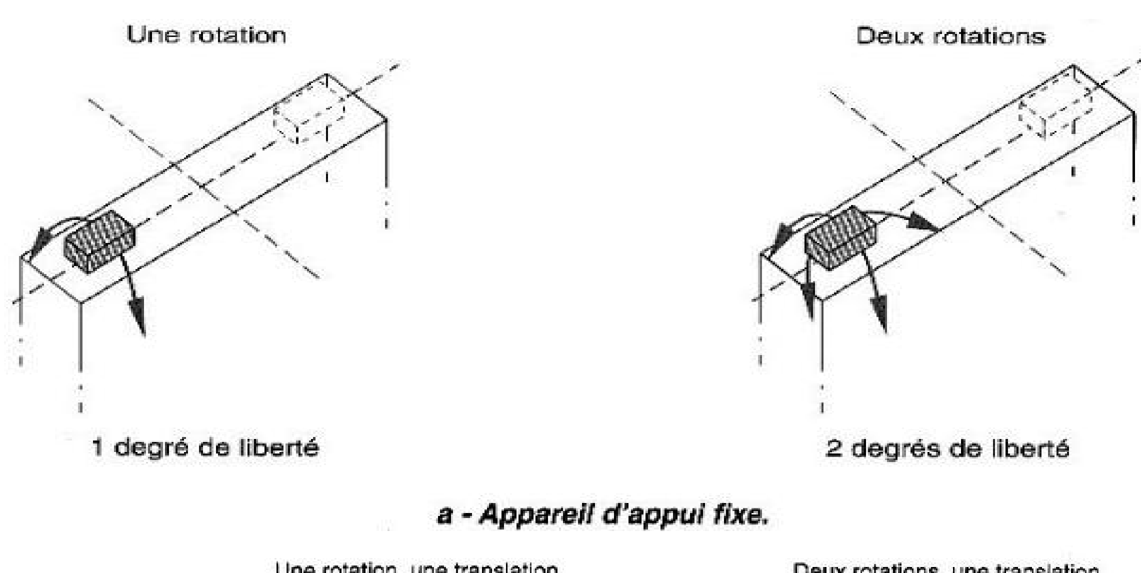
La norme NF EN 1337-1 propose une autre forme de classement présentée ici à titre d'information Elle distingue les 4 catégories suivantes :

**Catégorie 1 :** appareils d'appui à rotation complète,

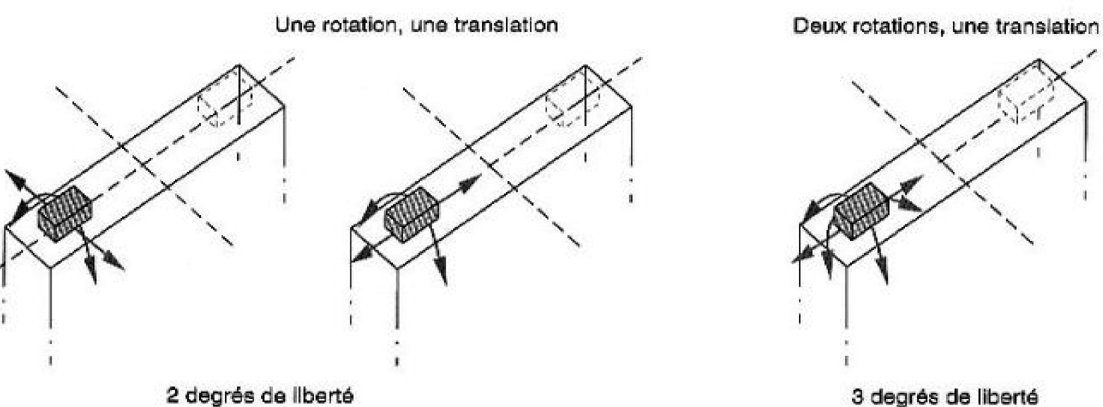
**Catégorie 2 :** appareils d'appui à rotation axiale,

**Catégorie 3 :** appareils d'appui sphériques et cylindriques où la charge horizontale est reprise par la surface de glissement courbe,

**Catégorie 4 :** tous les autres appareils d'appui.




*a - Appareil d'appui fixe.*




*b - Appareil d'appui - mobiles unidirectionnels.*

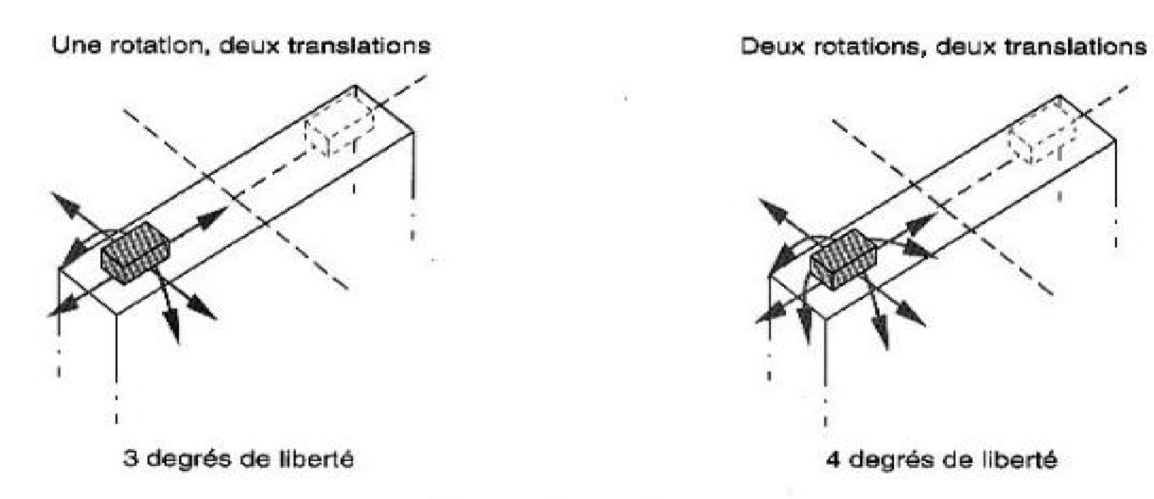



Figure 2 : Les différents types d'appareils d'appui considérés sous l'angle du déplacement.

Par contre, les fabricants de ces produits ont plus l'habitude de partir du concept (tout en soulignant que les possibilités de fonctionnement de ces produits peuvent se combiner). Si on se base sur cette approche de présentation, on va trouver les différents types de produits suivants :

- ✓ les appareils d'appui en béton,
- ✓ les appareils d'appui en élastomère fretté,
- ✓ les appareils d'appui spéciaux
- ✓ les appareils d'appui métalliques.

### 1.3.1 Appareils d'appui en béton

On va rencontrer ce type d'appareil d'appui sur des ouvrages relativement anciens. En effet, les appareils d'appui «modernes» sont maintenant choisis du fait de leur industrialisation qui a contribué à une meilleure fiabilité de leurs caractéristiques et, aussi, de leur simplicité de mise en œuvre.



Figure 3 : Appareil d'appui en béton armé à pendule cylindrique

### 1.3.2 Appareils d’appui en élastomère fretté.

Ce type d’appareils est le plus employés. L’élastomère (ou encore néoprène) est un sorte de polymère de couleur noire. L’appareil est fretté par des tôles d’acier incorporés dans.

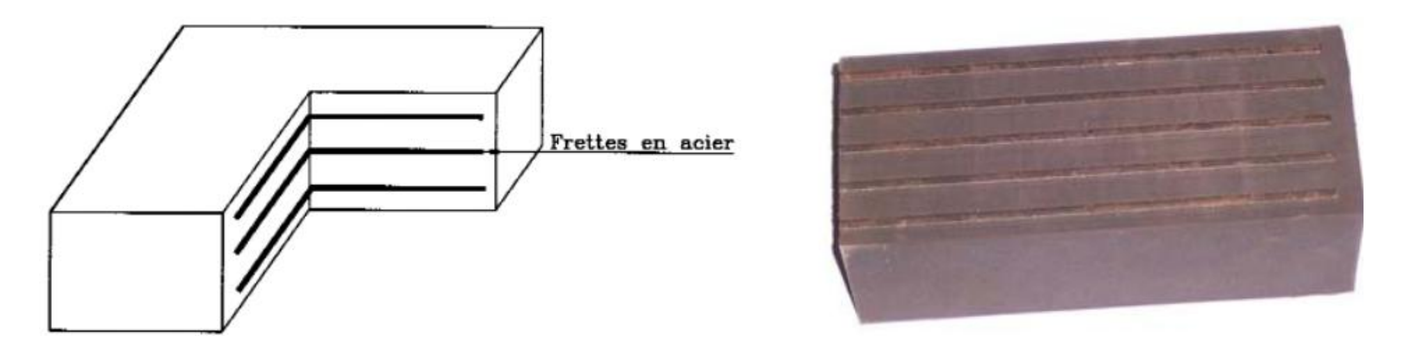



Figure 4 : Appareil d’appui en élastomère fretté

### 1.3.3 Appareils d’appui métalliques.

Les appareils d'appui métalliques sont employés surtout pour les ponts métalliques. On distingue des appareils d'appui fixes et d'autres mobiles. Ceux-ci sont de type appareils d'appui à balanciers et présentant une rotule permettant la rotation ou encore un appui mobile à balanciers et à rotule présentant des rouleaux qui lui permettent la translation.



Figure 5 : Exemple d’appareil d’appui métallique combinant un système à rouleaux pour les déplacements et une rotule pour les rotations.

### 1.3.4 Les appareils d’appui spéciaux

Les appareils d'appui spéciaux présentent un principe de fabrication simple: un pot métallique contient de l'élastomère soumis à une forte compression par un couvercle en acier.

Du fait de cette forte compression, l'élastomère se comporte comme un fluide, ce qui permet au couvercle de supporter aussi des rotations dans tous les sens.

On obtient ainsi une articulation. Le couvercle peut être surmonté par une plaque de glissement qui permet d'obtenir des appareils d'appui glissants.

Les appareils d'appui spéciaux sont employés fréquemment pour les grands ouvrages.



Figure 6 : Appareil d’appui spécial (appareil d’appui en élastomère fretté posé dans un pot)

### 1.3.5 Revêtement des tabliers

Le revêtement des tabliers comprend essentiellement une couche d'étanchéité et une couche de roulement. C'est l'un des équipements le plus important tant par son coût (4 à 5 % du coût total) que par son rôle (protection de la structure, résistance et anti-dérapage). Généralement, le revêtement est d'épaisseur de 10 à 11 cm de masse volumique de 2,4 t/m$^3$ avec une variation de ± 20% due au rechargement ultérieure ou aux irrégularités des extrados du tablier.

#### 1.3.5.1 Étanchéité des tabliers

Le béton, même comprimé, n'est pas bien étanche (existence des pores et des ségrégations locales tel que fissures, nids de cailloux et reprise de bétonnage). Pour protéger les armatures contre la corrosion, il est nécessaire de poser une couche d'étanchéité sur la dalle de couverture.

En dépassant de 2 à 3% du coût total sur l'étanchéité, on prolonge la durée de vie de l'ouvrage considérablement.

Les types d'étanchéité les plus connus sont:

- Les chapes épaisses (de 3 à 3,5 cm) à base d'asphalte coulé à chaud en bicouche à haute température (>200°C).
- Les chapes minces (0,2 à 0,3 cm) à base de résine synthétique adhérente au support.
- Les chapes en feuilles préfabriquées, épaisse (3 cm) à protection incorporé dans la feuille.

La surface de béton sur laquelle on pose l'étanchéité doit être bonne et préparer souvent par un balayage. De plus, l'étanchéité doit protéger l'ouvrage, elle doit être prolongé sous trottoirs et doit être raccordée aux joints.

#### 1.3.5.2 Étanchéité épaisse à base d'asphalte coulé

D'habitude, cette chape épaisse, d'épaisseur 31 mm environ, est constituée par:

**1ère couche** : très réduite d'environ 1 mm d'épaisseur, qui sert de liaison avec le support.
Cette liaison comprend une couche d'accrochage à base d'enduit d'imprégnation à froid et une couche de semi-indépendance (papier kraft ou résille de verre). Cette dernière couche a pour but de diffuser la vapeur d'eau qui se dégage lors du coulage à haute température de l'asphalte.

**2ème couche**: C'est l'étanchéité proprement dite.
Elle est composée :

- **1ère variante**; soit de 4 mm d'asphalte élastomère (85% de poudre d'asphalte + 14 % de bitume 40/50 + Additifs).
- **2ème variante**; soit de 8 mm d'asphalte pur (bitume 40/50 + bitume naturel + poudre calcaire).
- **3ème couche**: représentant la protection en asphalte coulé gravillonné de 22 mm, pour le 1er cas, et de 26 mm, pour le 2ème cas.

Cette 3ème couche est augmentée de 4 à 5 mm pour les ouvrages à grand trafic, ce qui donne une épaisseur de 36 mm en total.

Ainsi dans le cas général, la chape épaisse a une épaisseur de 3 cm, avec une masse volumique $\rho$ =2,4 t/m$^3$.

L'inconvénient de ce procédé est que malgré l'application de la couche de liaison avec le béton, l'étanchéité peut rester indépendant, d'où la possibilité de passage d'eau à l'interface entre le béton et l'étanchéité. On recommande souvent de prendre les dispositions nécessaires aux droits possibles de pénétrations (t.q. évacuation d'eau, joint de chaussée, fixation de dispositif de retenue).

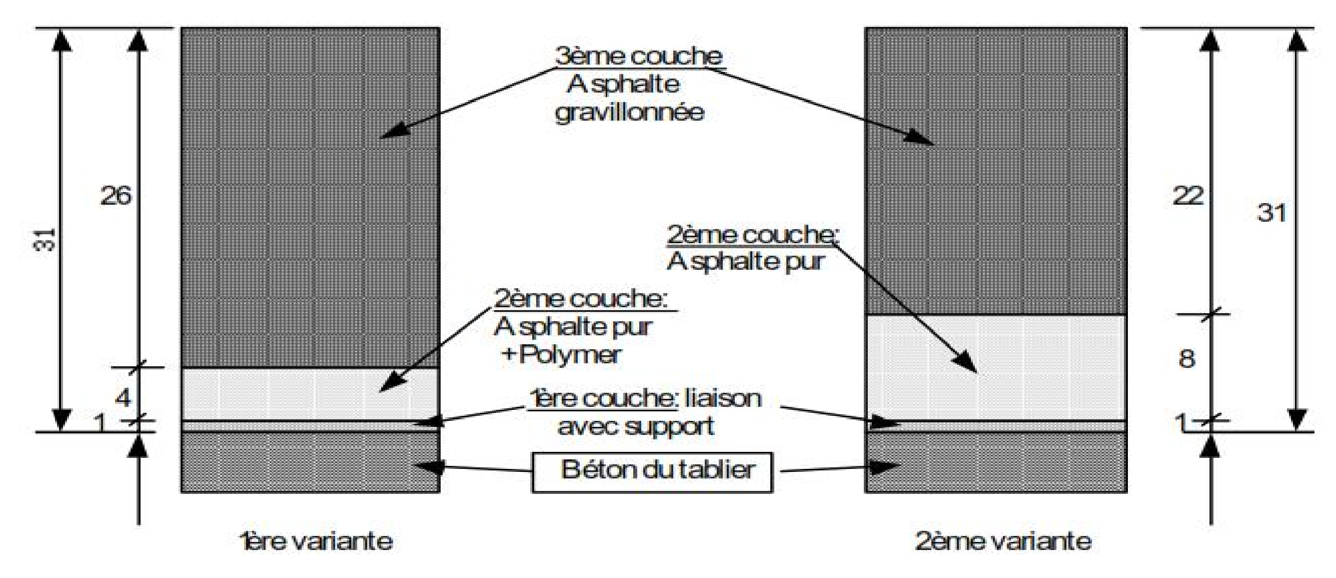



Figure 7 : Composition d'une chape épaisse à base d'asphalte coulé.

### 1.3.5.3 Étanchéité par film mince

De plus son coût très élevé, ce procédé est aussi très délicat à mettre en œuvre nécessitant un personnel très qualifié. En effet, sa mise en œuvre se fait en 2 passes; totalisant 0,2 à 0,3 cm d'épaisseur.

- **1ère passe**: c'est l'étanchéité proprement dite. Elle est constituée par des produits obtenus par la réaction chimique d'une base et d'un durcisseur. Les brais époxydes étaient les premiers employés mais ensuite abandonnées pour être remplacées par les goudrons-polyuréthanes ou les époxy - polyuréthannes.

Cette première passe peut être précédée par une couche d'imprégnation.

- **2ème passe**: C'est un plan d'accrochage du sable pour permettre une bonne liaison chimique entre l'étanchéité et la couche de roulement.

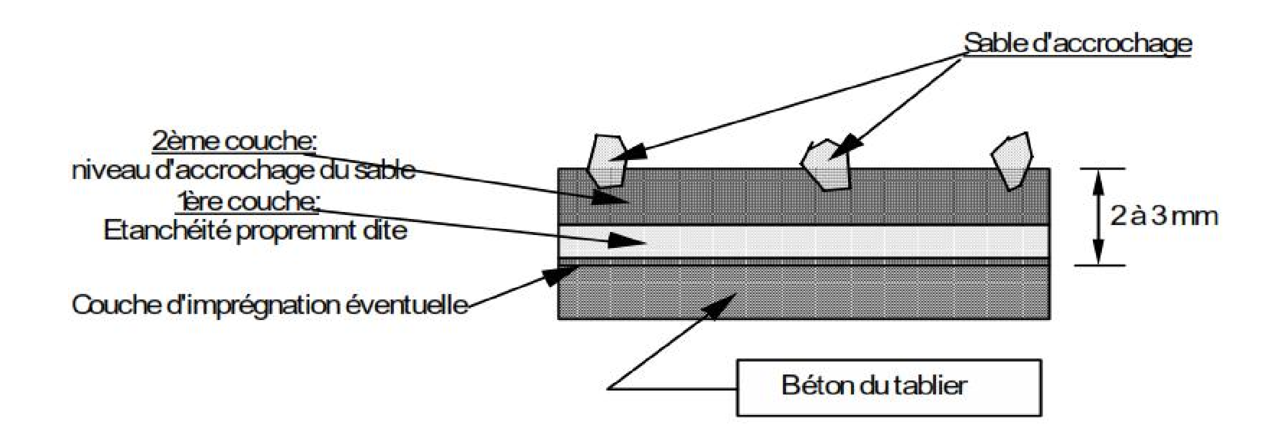



Figure 8 : Composition d'une étanchéité par film mince

### 1.3.5.4 Étanchéité par feuille préfabriquée

L'étanchéité est assurée par une feuille, préfabriquée en usine, d'épaisseur 0,5 cm environ.

Elles sont soudées en pleine adhérence sur le support, sur lequel est préalablement répandu un enduit d'imprégnation à froid à base de bitume polymère ou de bitume polyuréthanne, par fusion partielle du bitume de la feuille.

Mais cette feuille est assez fragile à la circulation des véhicules de chantier et à l'insolation (risque d'apparition de gonfles). En plus, lors de l'entretien de la chaussée, elle peut être endommagée.

C'est pourquoi cette feuille est complétée par une couche de protection constituée par un asphalte gravillonné. Ainsi, l'épaisseur totale de cette couche devient 3 cm environ.



Figure 9 : Rouleaux d'étanchéité avant leur mise en œuvre

### 1.3.5.6 La couche de roulement

Les couches de roulement mises en œuvre sur les tabliers d'ouvrages d'art routiers ou autoroutiers sont similaires, surtout dans le cas des ouvrages d'art courants, à celles utilisées sur chaussées courantes. Elles doivent offrir un bon uni, des caractéristiques antidérapantes adaptées et présenter une adhérence pérenne avec le système d'étanchéité. La couche de roulement est constituée par un tapis d'enrobés bitumineux dont l'épaisseur est de l'ordre de 7 à 12 cm, en fonction des formulations et du trafic, et de masse volumique de 2,2 à 2,5 t/m$^3$ (selon la compacité).

La couche de roulement présente un problème de perméabilité à l'eau. Ainsi, l'eau peut stagner entre la couche de roulement et la chape d'étanchéité.

L'enrobé risque de subir un désenrobage. Pour éviter ce problème, il faut procéder à des dispositions constructives tel que pente plus drainage.

#### 1.3.5.7 Les procédés par Moyens à Haute Cadence (MHC)

Il s'agit de procédés à base de bitume fortement modifié par des polymères et mis en œuvre par des moyens routiers à grandes cadences.



Figure 10 : Procédés par Moyens à Haute Cadence (MHC)

### 1.3.6 Joints de chaussées

Les joints de chaussées permettent d'assurer la transition entre le tablier et les chaussées adjacentes à l'ouvrage ou entre deux ouvrages discontinus, en remplissant les conditions suivantes :

- assurer la liberté de mouvement du pont ;
- donner une continuité de la surface de roulement ;
- ne pas être une source de bruit et de vibration ;
- avoir une bonne étanchéité ou une bonne évacuation des eaux.

Il existe quatre principales familles de joints de chaussées:

- ❖ les joints non apparents sous revêtement normal ou amélioré ;
- ❖ les joints à pont souple appuyé ou en bande ;
- ❖ les joints à pont en porte à faux, à peigne ;
- ❖ les joints à lèvres, avec remplissage du vide par un matériau assurant l'étanchéité.



Figure 11 : Exemple des Joints de chaussées

Les paramètres déterminant pour le choix d'un modèle de joint sont : le "souffle" et le trafic.

On appelle "**souffle**" d'un joint le déplacement relatif maximal prévisible des deux éléments en regard, mesuré entre leurs deux positions extrêmes (et non par rapport à la position moyenne ou de réglage).

Le modèle de joint devra satisfaire aux trois degrés de liberté correspondant aux trois directions du déplacement relatif des deux éléments par rapport à l'axe de la voie.

La composante longitudinale est, en général, la plus importante. Elle représente les mouvements de contraction et d'extension réversibles ou non de la structure (température, retrait, etc.).

La composante transversale apparaît dans le cas d'ouvrages courbes ou biais et elle est la conséquence d'une déformation particulière du tablier (sous l'action de la température surtout) et de l'effet du trafic (force centrifuge et freinage).

La composante verticale bien que souvent de valeur faible, n'est pas négligeable. Elle résulte de mouvements de rotation d'about.

Le joint de chaussées est dimensionné pour supporter les essieux des véhicules amenés à circuler sur l'ouvrage selon les règles définies par les Eurocodes.

Le choix du joint de chaussée adapté à l'ouvrage doit tenir compte en particulier de ses performances techniques (capacité de souffle, possibilité de biais, résistance à la fatigue, comportement sous trafic), de ses performances en terme d'étanchéité et de confort pour l'usager (vibration, bruit), et de sa facilité d'entretien, de maintenance ou de remplacement éventuel.

Les joints de chaussée font l'objet d'avis techniques qui donnent une appréciation sur la durabilité et la satisfaction aux critères d'appréciation. Ces avis sont préparés par une commission, selon le même principe que pour les systèmes d'étanchéité.

### 1.3.7 Dispositifs de retenue

Les ponts sont équipés de dispositifs de retenue qui permettent **d'assurer la sécurité des piétons, des usagers et des véhicules circulant sur l'ouvrage.**

Ces dispositifs peuvent être :

- **des garde-corps pour les piétons**,
- **des barrières de niveau N** (parfois dénommés glissières) pour les véhicules légers,
- **des barrières de niveau H** pour les cars et les poids lourds,

Ces dispositifs sont définis dans le guide technique G.C. du SETRA.

Les dispositifs de retenue pour les véhicules doivent être homologués pour pouvoir être utilisés.



Figure 12 : Garde –corps BN4.

### 1.3.8 Glissières

Une des fonctions essentielles d’une glissière de sécurité est de retenir les véhicules venant l’impacter. Pour y arriver, la glissière doit répondre à deux besoins, le premier est de résister aux sollicitations engendrées lors de l’impact et le second est d’éviter le basculement du véhicule.

Les glissières métalliques souples sont les plus employées. Elles sont constituées d'un élément de glissement et d'un support (espacé de 4 m) fixé au tablier. Le poids d'une glissière souple est de 15 kg/ml.

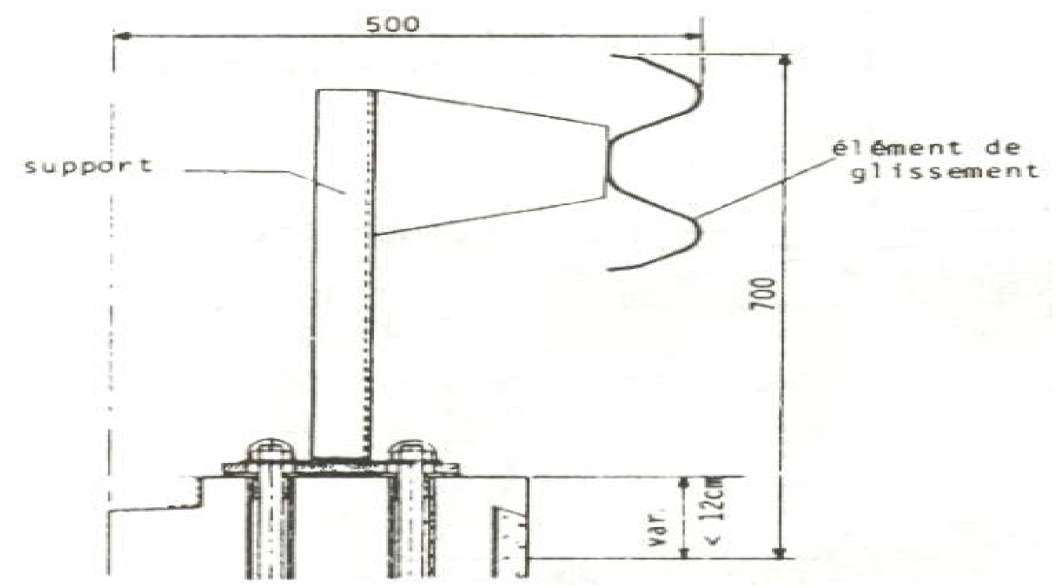





Figure 13 : Glissière souple simple

### 1.3.9 Les séparateurs en béton

Comme leur nom l'indique, ces séparateurs servent surtout dans le cas de deux tabliers contiguës séparés. Ainsi, il joue le rôle d'une glissière et d'une barrière, mais ils sont assez agressifs aux véhicules légers. Les séparateurs, coulés en place, sont alors placés à la jonction des ouvrages. Les séparateurs sont parfois placés sur les terres plein centrales (TPC) des autoroutes.

On distingue essentiellement deux types de séparateur:

❖ Les séparateurs simples en béton adhérent (GBA) : dispositifs coulés en place et constitués d'un muret en béton de profil symétrique de 80 cm de hauteur et de 48 cm de largeur à la base, faiblement armés à leur partie supérieure par deux fers filants. Leur poids est d'environ 625 kg par mètre linéaire (voir figure 14 a) ;

❖ Les séparateurs doubles en béton adhérent (DBA) : mêmes caractéristiques que les séparateurs simples, mais avec un profil symétrique, 80 cm de hauteur et 60 cm de largeur à la base. Leur poids est d'environ 700 kg par mètre linéaire (voir figure 14 b).

Ces deux dispositifs offrent une remarquable résistance au franchissement. En effet, le "béton adhérent" est coulé en place et solidarisé avec la chaussée, constituant ainsi un ouvrage particulièrement résistant aux chocs.

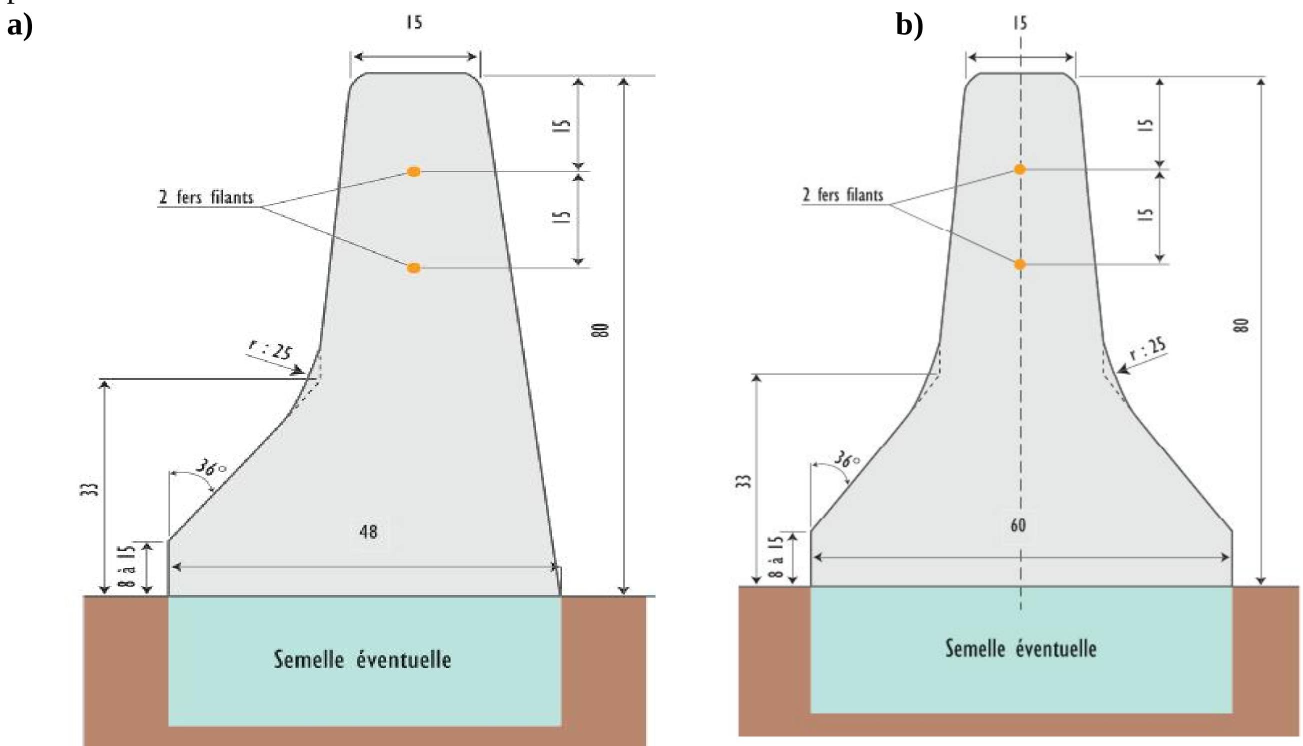



Figure 14 : Séparateurs en béton

### 1.3.10 Corniches

Les corniches ont pour rôle :

- d'améliorer l'aspect de l'ouvrage en :
- éloignant l'eau et les souillures ;
- rattrapant les irrégularités éventuelles de la structure porteuse provenant de sa conception et de son mode d'exécution ;
- jouant sur la forme, les couleurs et les proportions de la corniche. De ce fait, c'est un équipement très sensible car il participe à l'aspect architectural de l'ouvrage et constitue un facteur essentiel de sa perception visuelle ; de la bonne conception et réalisation de la corniche découleront bien souvent la réussite esthétique ou non du pont.
- d'assurer des fonctions secondaires telles que : support au relevé d'étanchéité, butée de trottoir, scellement du garde-corps, etc. Ces fonctions pourraient parfaitement être assurées par des éléments de la structure et c'est souvent le cas dans certaines conceptions actuelles de corniche.

Les corniches peuvent être :

- coulées en place en même temps que le tablier ou après sa réalisation ;
- en éléments préfabriqués (en béton armé, en alliage d'aluminium, en polyester armé de fibres de verre, en acier inoxydable.)

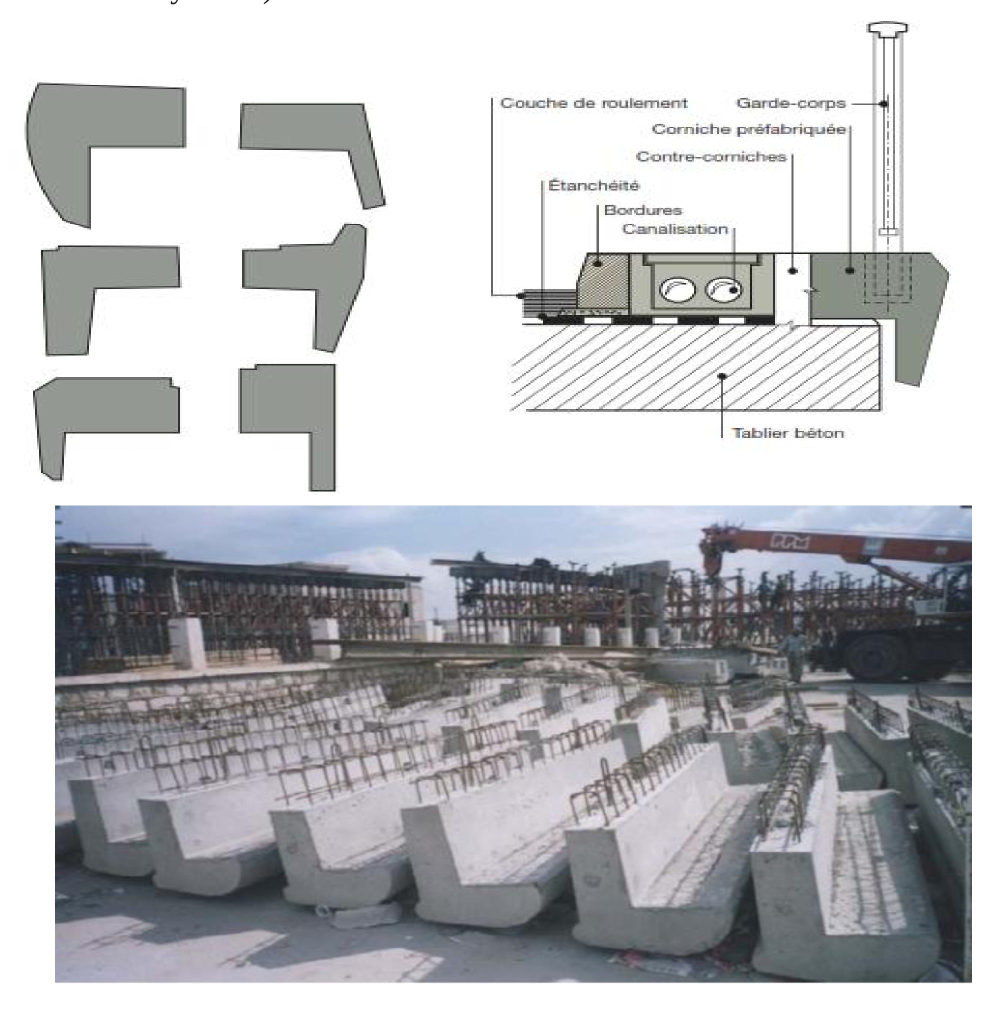



Figure 15 : Exemples de profils types de corniches

### 1.3.11 Dispositifs d'évacuation des eaux

Ces dispositifs sont destinés à assurer l'écoulement et l'évacuation des eaux pluviales sur le tablier. Ils permettent une protection du tablier contre les infiltrations dans la couche de roulement et une évacuation rapide de l'eau sur le tablier, afin d'éviter tout risque d'inondation de la chaussée.

En outre, la stagnation d'eau doit être évitée pour des raisons de sécurité à l'usager (risque d'aquaplaning ou de verglas en hiver). Ils doivent pouvoir être visités et entretenus facilement.

Ils doivent être adaptés en fonction de la surface et des pentes longitudinales et transversales de l'extrados du tablier.

Des caniveaux en béton préfabriqués, associés à des bordures de trottoir sont généralement disposés de part et d'autre de la couche de roulement.

Des descentes d'eau constituées d'éléments en béton préfabriqués équipent les talus des remblais des passages supérieurs**.**



Figure 16 : Dispositif d'évacuation d'eau





Figure 17 : Gargouille d'évacuation des eaux.

### 1.3.12 Trottoirs

Les trottoirs ont pour rôle de protéger les piétons contre la circulation automobile et ceci en les isolant par une simple surélévation. La largeur courante d'un trottoir est celle convenable pour laisser passer deux voitures d'enfant, soit un minimum de 1,40 m de largeur (le minimum exigé par l'ICTARN est de 1 m). Dans les zones urbaines, les trottoirs sont plus larges. Dans le cas où les trottoirs ne sont pas nécessaires (t.q. certains ponts autoroutiers), un passage de service (de 0,40 m de largeur) est nécessaire encadré par une glissière et un garde corps

Les trottoirs sur les hourdis en béton sont de 2 types: trottoirs sur caniveau et trottoirs pleins.

#### 1.3.12.1 Trottoirs sur caniveau

Les trottoirs sur caniveau sont les plus utiles. En plus de leur légèreté, ils permettent une disposition de canalisation ou des câbles dans leurs caniveaux.

En général, le trottoir comprend :

- une bordure de trottoir en béton préfabriqué de dimension normalisée dont la hauteur varie de 20 à 30 cm. Elle est posée sur un bain de mortier, au dessous de la chape d'étanchéité.
- une contre-bordure, coulée en place, dont le ferraillage est lié à celui de la structure (armature en attente). Le rôle de la contre-bordure est de buter la bordure de trottoir.
- un caniveau couvert par des dallettes minces en béton armé préfabriqué (de l'ordre de 5 cm d'épaisseur) recouvert par un mince revêtement bitumineux.

Le caniveau est englobé par une étanchéité sans protection. Dans son intérieur, il permet le passage des différentes canalisations.

- une contre-corniche, analogue à la contre-bordure, c.à.d., coulée en place est liée à la structure.

Le rôle de la contre-corniche est de permettre la fixation de la corniche.

- une corniche préfabriquée (parfois coulée en place pour les petits ouvrages) posé sur un bain de mortier.

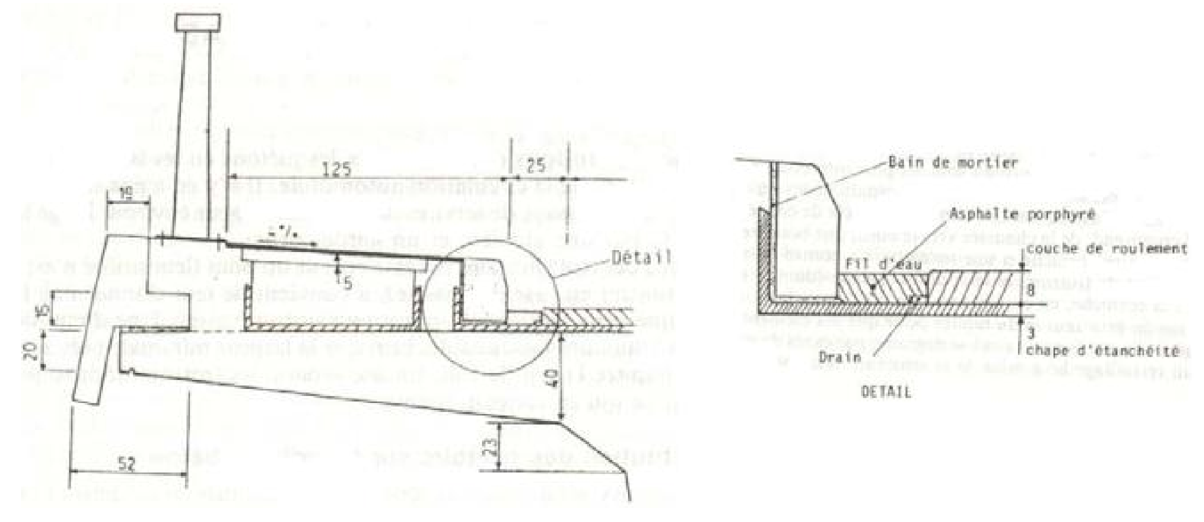



Figure 18 : Exemple d’un trottoir sur caniveau

## 1.3.12.2 Trottoirs pleins

Lorsque les canalisations dans les trottoirs sont inexistantes ou leur accessibilité n'est pas nécessaire, on peut remplir le trottoir de gros béton ou de sable stabilisé au ciment.

Dans ce cas, la contre bordure et la contre corniche ne sont pas nécessaire.. Il est conçu avec deux fourreaux pour le trottoir de 0,75 m de large et de trois fourreaux pour le trottoir de 1,25 m de large. Ces fourreaux sont nécessaires pour faire passer les câblages d’électricité, de diverses communications (téléphone, internet, …).

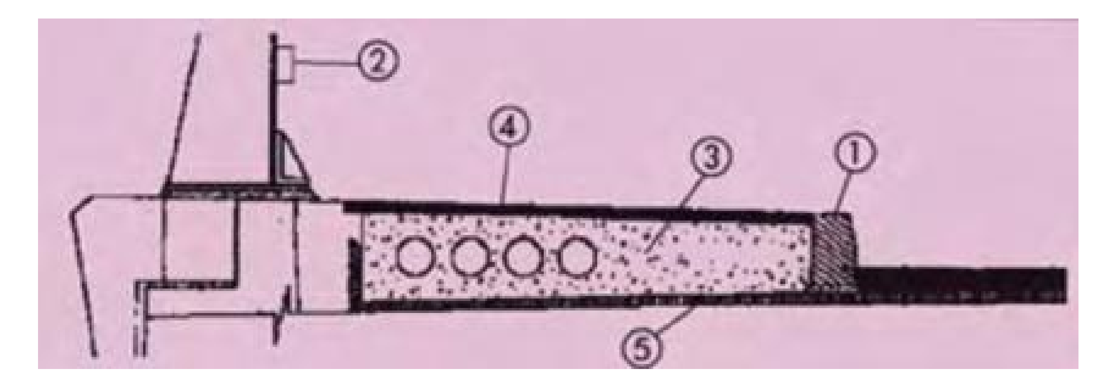



Figure 19 : Exemple d’un trottoir plein

Avec :

1- une limite coté circulation
2- une limite coté garde-corps ou barrière
3- le corps du trottoir
4- une surface de circulation
**5-** une étanchéité




Figure 20 : Trottoir en cours d'exécution

### 1.3.13 Les dalles de transition

L'intérêt de la dalle de transition est d'atténuer les effets de tassement du remblai à proximité de l'ouvrage. La dalle de transition permet de traiter le problème en permettant de remplacer le rechargement par un « léger reprofilage » qui est exécuté à distance de l'ouvrage. Pour répondre à cette exigence le niveau de la dalle sera différent selon la nature de la chaussée en section courante.

La dalle de transition permet aussi de protéger le remblai d'accès contre l'infiltration des eaux.

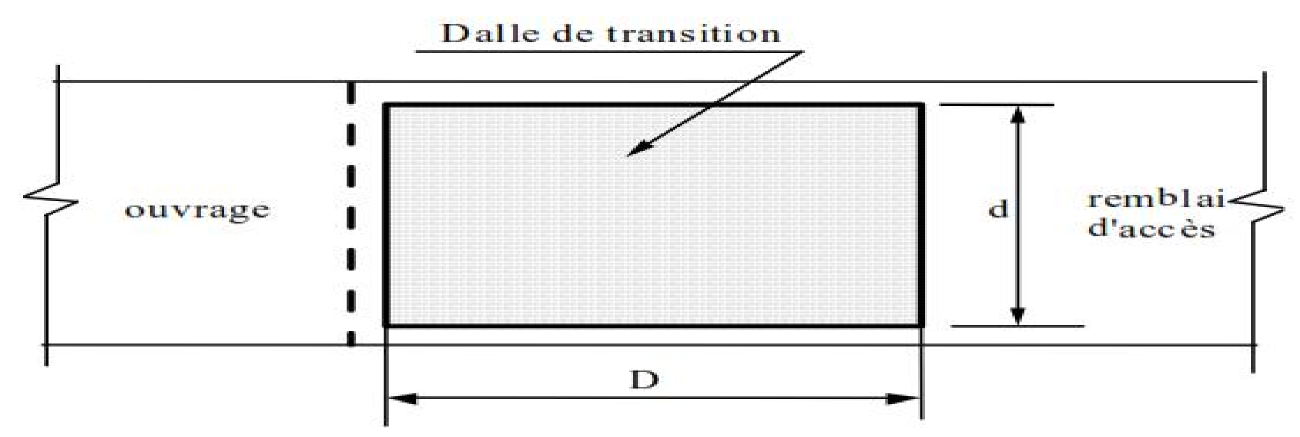



Figure 21: Dalle de transition

NB :

3 < D < 6 m pour les autoroutes
1,5 < D < 3 m Autre routes

La dalle de transition doit contribuer à supporter la chaussée sous les zones circulées. Elle règne donc au droit de la chaussée au sens géométrique. Sa largeur sera proche de celle de la chaussée.
d = Lr + 2 (0,5 ; 0,75 ou 1 m).

La dalle de transition est soit superficielle pour les chaussée rigides (en béton de ciment) ou profonde pour les chaussées souples (en béton bitumineux).

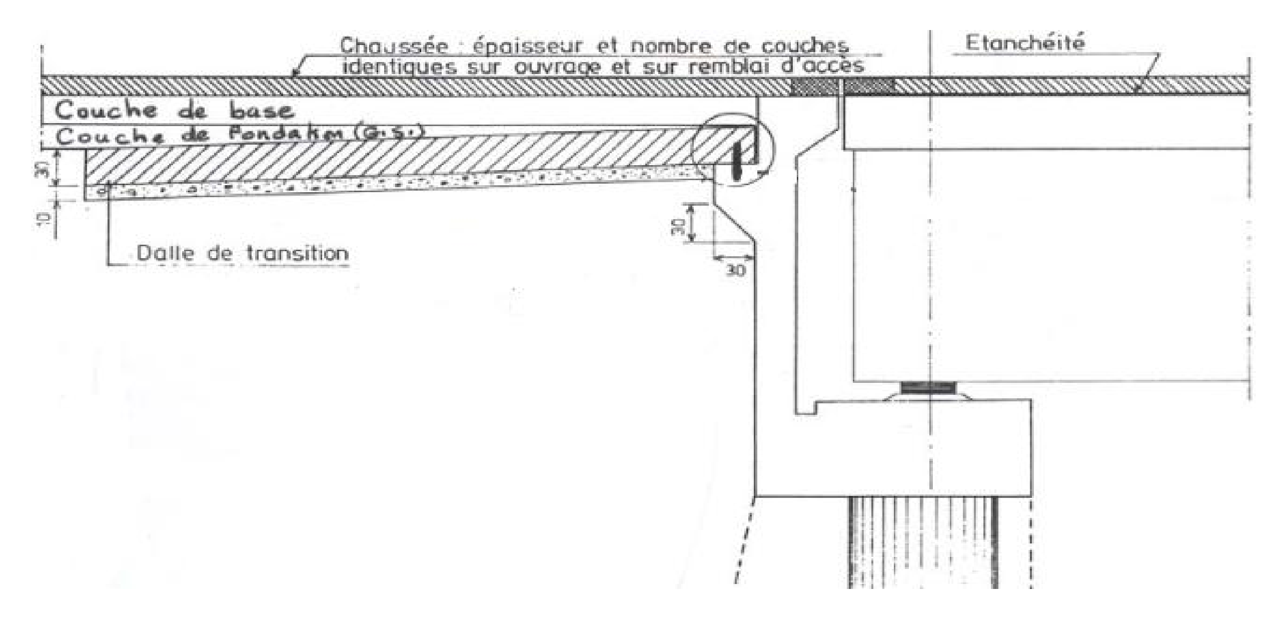



Figure 22 : Exemple d'une dalle de transition profonde

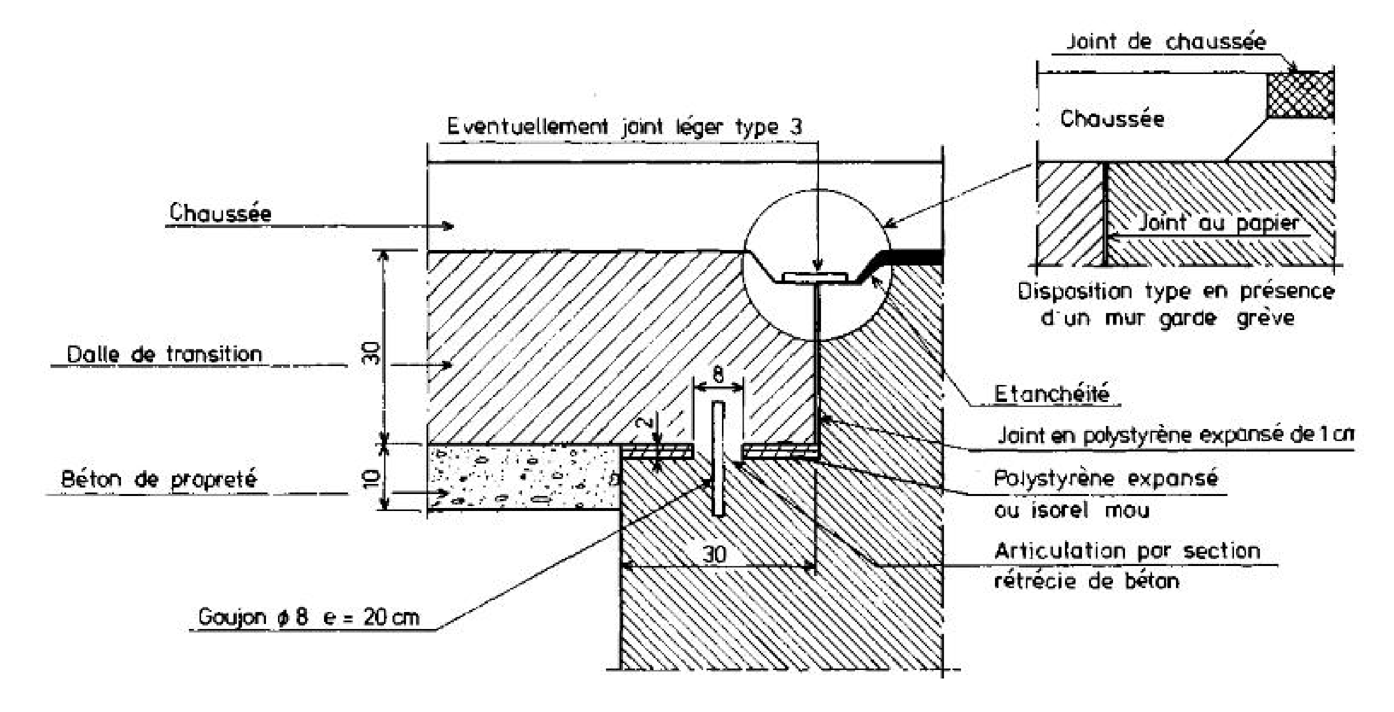



Figure 23: Exemple d'une dalle de transition superficielle

### 1.3.14 Écrans acoustiques

Le bruit dû aux infrastructures de transports terrestres fait partie des premières préoccupations environnementales de début de 21e siècle. Un moyen utilisé pour réduire et limiter l'impact sonore de ce bruit est de placer des protections acoustiques le long des grands axes routiers et ferroviaires. Actuellement, les choix de ces protections antibruit se portent généralement sur des solutions traditionnelles :

- écran droit,
- merlon,
- écran incliné,
- écran avec un couronnement.

Les mesures de traitement sont à 100 % efficaces pour contrer la transmission directe du son et préserver une ambiance sonore correcte pour les habitations riveraines. En revanche, il peut persister une onde sonore réfléchie, ou diffractée, beaucoup moins forte que le bruit occasionné sans mur antibruit par exemple, qui se disperse dans l'environnement.

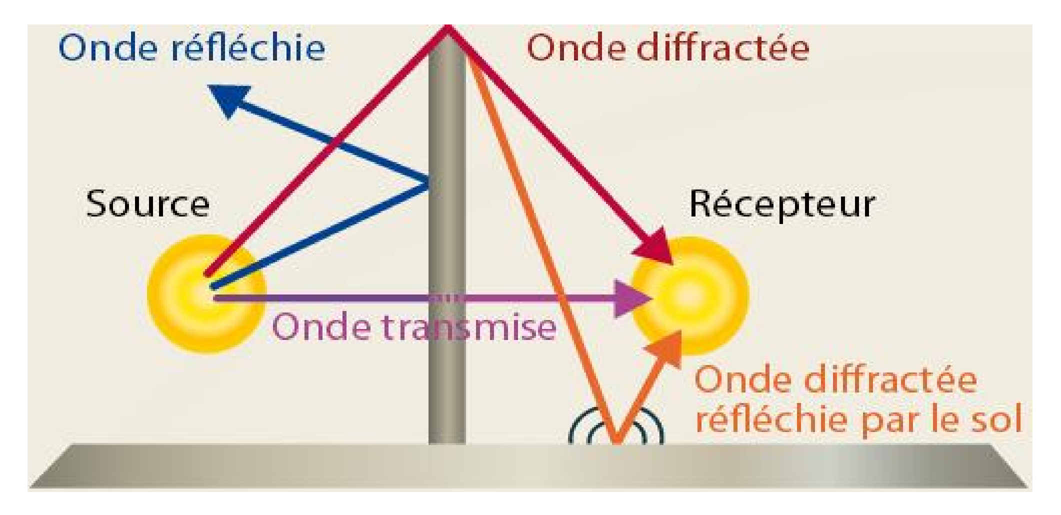



Figure 24: Impact sonore de bruit



Figure 25 : Écran acoustique

### 1.3.15 Dispositifs de visite

Les ouvrages doivent être équipés afin de permettre leur surveillance et leur entretien, des divers dispositifs de visite suivants :

- passerelles de visite ;
- trappes d’accès ;
- portes ;
- trous d’hommes.

Cependant, dans le cas des ouvrages courants, les dispositifs de visites peuvent se limiter à des marches sur le perré et à un aménagement du haut de ce perré afin de faciliter l’accès et la visite des zones d’appui.



Figure 26 : Dispositifs de visite

### 1.3.16 Grilles centrales (caillebotis)

Les grilles de couvertures du vide central sont mises en place entre deux tabliers jumeaux portant des chaussées unidirectionnelles.

Le rôle du vide central est d’éviter des tabliers trop larges et d’économiser de la surface de structure. Par contre, pour assurer la sécurité de la circulation des piétons (automobilistes en panne, personnel de service...), tout en laissant passer la lumière pour améliorer les conditions de circulation sur la voie franchie, ces trous sont couverts par une grille. Cette couverture peut être opaque en cas de franchissement de zones habitées ou de voies ferrées**.**

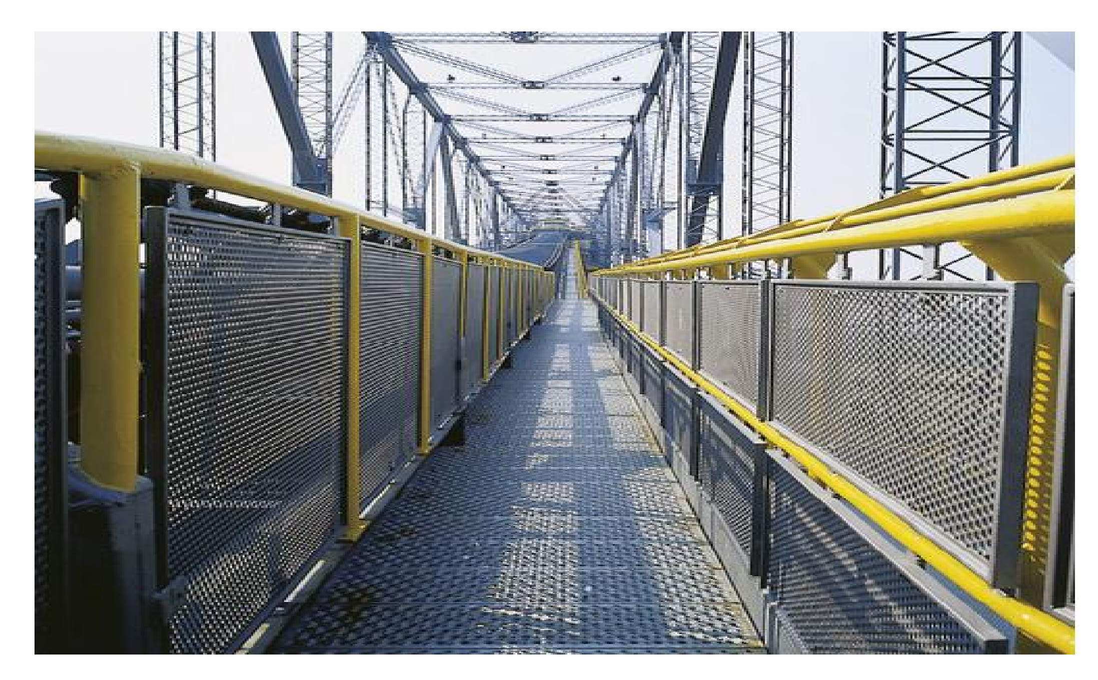


Figure 27 : Grilles centrales (caillebotis)

### 1.3.17 Canalisations de services publics

Les ouvrages d'art doivent souvent assurer le franchissement de diverses canalisations de services publics ainsi que des câbles téléphoniques et des câbles d'alimentation électrique. Ces canalisations appartiennent aux concessionnaires de voirie qui ont reçu une autorisation de la part du maître d'ouvrage.

Elles ne doivent pas empêcher le bon fonctionnement de la structure, ni porter atteinte à sa durabilité. Ces canalisations sont généralement disposées dans des caniveaux constitués d'éléments préfabriqués.



Figure 28 : Poteau caténaire

### 1.3.18 Équipements électriques pour ouvrages ferroviaires

Les équipements ferroviaires constituent un enjeu majeur pour la mixité de la ligne. Ils doivent en effet être adaptés aux circulations du fret et des voyageurs. Les équipements électriques des ouvrages ferroviaires comprennent en particulier :

- les installations de traction électrique (poteaux caténaires, systèmes de fixation sur les ouvrages, etc.) ;
- les câbles et installations de télécommunication ;
- les dispositifs de mise à la terre (ou au rail) des éléments métalliques des ouvrages ;
- les installations de signalisation électrique (poteaux, supports de signaux, ...).

Ils se décomposent en trois grands sous ensembles :

#### 1.3.18.1 La voie

La voie se décompose en 3 parties :

1. **Le ballast**, maintient la voie en place en répartissant la charge sur la plateforme. Il est constitué de pierres concassées très dures, ce qui nécessite parfois de les faire venir de loin.
2. **Les traverses en béton** sont ancrées dans le ballast ; elles maintiennent l'écartement des rails et fixent la position de l'ensemble.
3. **Les rails**, soudés en une seule pièce, sont réglés au millimètre et régulièrement meulés pour un plus grand confort (moins de vibrations et moins de bruit).

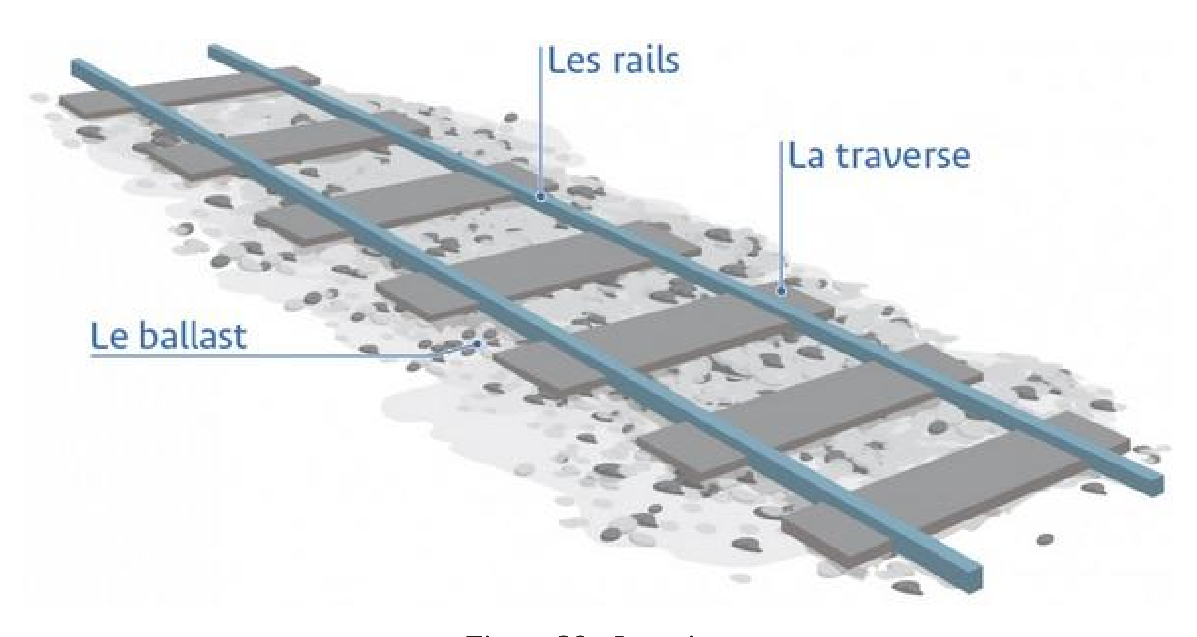



Figure 29 : La voie

### 1.3.18.2 La signalisation et les télécommunications

Afin de gérer et réguler le trafic des trains sur la nouvelle ligne, un système de signalisation et de télécommunications doit être mis en place pour garantir la sécurité des convois et assurer la fluidité des circulations.

**Deux systèmes de signalisation seront déployés** pour circulations marchandises et voyageurs :

**1.** Le Bloc Automatique Lumineux, système classique de signalisation, compatible avec l'ensemble des trains de marchandises, il fonctionne avec des signaux lumineux le long de la voie, 3 indications principales sont données aux conducteurs :

- Vert, je continue,
- Jaune, je ralentis pour être en situation de m'arrêter au prochain feu,
- Rouge, je m'arrête.

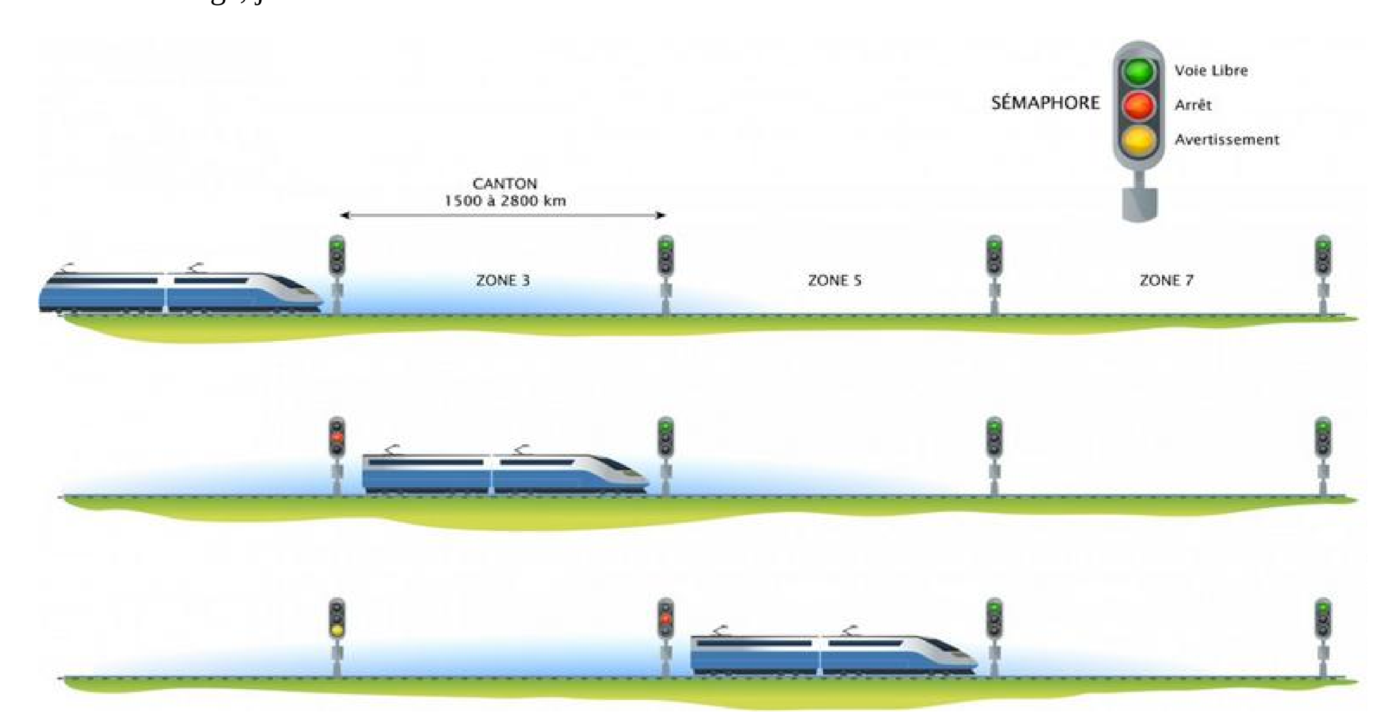



Figure 30 : Bloc Automatique Lumineux

**2.** l'ERTMS de niveau 1, (**E**uropean **R**ail **T**raffic **M**anagement **S**ystem, *nouveau système de signalisation ferroviaire appelé à se généraliser dans toute l'Europe, a déjà commencé à être implanté en France par Réseau Ferré de France).*

Système européen de signalisation destiné à faciliter les échanges internationaux en toute sécurité. Le train reçoit son autorisation de circulation via des balises au sol ; cette autorisation de mouvement est calculée par un système informatique, en fonction de l'occupation de la voie sur l'itinéraire devant être emprunté par le train.

**3.** l'ERTMS niveau 2, le train se repère à l'aide des balises au sol, transmet sa position au centre de contrôle via le GSM-R (*Global System for Mobiles - Railways*), qui permet aux trains de communiquer avec

les postes de signalisation.), qui lui communique son autorisation de mouvement en fonction de l'occupation des autres cantons.

**3.** ERTMS niveau 3, le train se repère à l'aide des balises au sol, échange ses données avec le centre de contrôle et détermine lui-même son autorisation de mouvement en fonction de la position des autres trains.

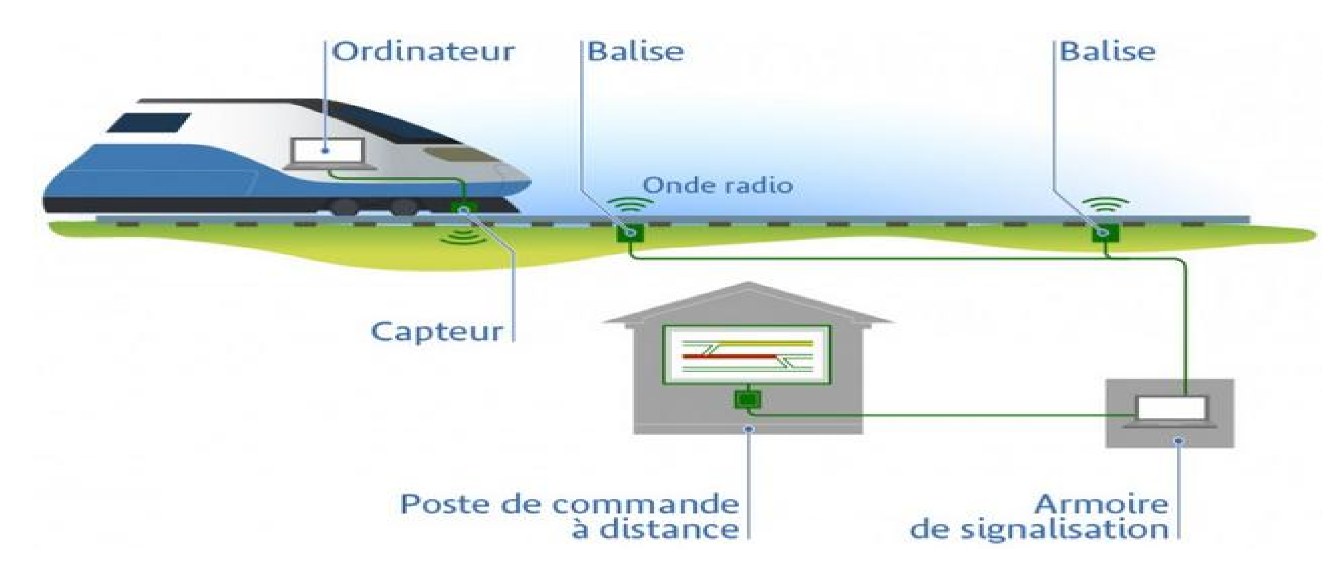



Figure 31 : ERTMS de niveau 1

### 1.3.18.3 L'alimentation électrique

La ligne sera alimentée en 2 fois 25000 volts en courant alternatif, transformé depuis le réseau de transport électrique national à très haute tension. Le captage du courant entre le fil de contact de la caténaire et le train se fait par un équipement articulé en forme d'arc situé en toiture sur la locomotive, appelée pantographe.

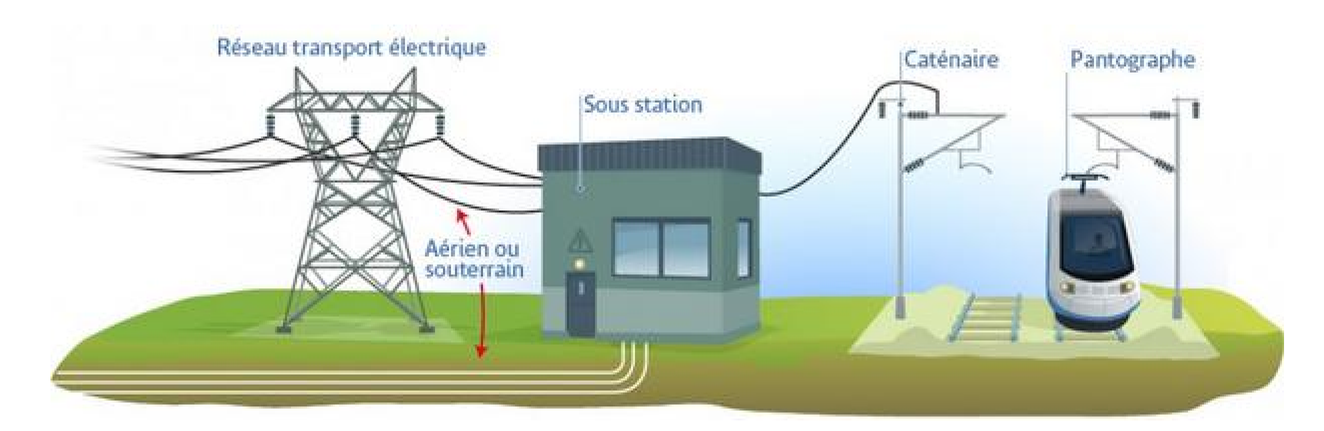



Figure 32 : Alimentation électrique

### 1.3.1 Écrans-garde ballast

Les écrans-garde ballast (de 1,50 m de hauteur) sont destinés à éviter toute projection de matériaux dans les zones sensibles (par exemple, au niveau du franchissement de voie routière).